

Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Preddiplomski studij Prehrambena tehnologija

Toni Pintarić
6392/PT

**SENZORSKA PROCJENA SVJEŽEG MESA PAKIRANOG U MODIFICIRANOJ
ATMOSFERI**

Modul: Kemija i tehnologija mesa i ribe

Mentor: Prof.dr.sc.*Helga Medić*

Zagreb, 2016.

**Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Preddiplomski studij Prehrambena tehnologija
Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo
Laboratorij za tehnologiju mesa i ribe**

**SENZORSKA PROCJENA SVJEŽEG MESA PAKIRANOG U MODIFICIRANOJ
ATMOSFERI**

Toni Pintarić, 6392/PT

Sažetak: *Cilj ovog rada bio je odrediti na koji način se mijenjaju senzorska svojstva svježeg mesa pakiranog u modificiranoj atmosferi u kojoj je sastav plinova bio 70% O₂ i 30% CO₂, skladištenog kroz 8 dana. Uspoređivali su se uzorci pakirani u modificiranoj atmosferi sa onima pakiranim u atmosferi zraka, na način da se provela deskriptivna senzorska procjena na hedonističkoj skali od 0 do 9. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da su uzorci pakirani u modificiranoj atmosferi imali bolju sočnost i okus, dok su intenzitet mirisa i boje bili manji u odnosu na kontrolni uzorak.*

Ključne riječi: svježe svinjsko meso, modificirana atmosfera, deskriptivna senzorska analiza, pakiranje

Rad sadrži: 25 stranica, 11 slike, 7 tablica, 15 literarnih navoda

Jezik izvornika: Hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u: Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

Mentor: dr.sc. Helga Medić, red.prof.

Pomoć pri izradi: dr.sc. Nives Marušić Radovčić, viši asistent

Rad predan: 4. srpnja 2016.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Final work

University of Zagreb
Faculty of Food Technology and Biotechnology
Undergraduate studies Food Technology
Department of Food Engineering
Laboratory for Meat and Fish Technology

SENSORY EVALUATION OF FRESH MEAT PACKAGED IN A MODIFIED ATMOSPHERE

Toni Pintarić, 6392/PT

Abstract: *The aim of this study was to analyse changes of sensory properties of fresh meat packaged in modified atmosphere and air stored for 8 days. Gas composition in modified atmosphere was 70% O₂ and 30% CO₂. Comparison between MAP and air was done with descriptive sensory evaluation on the hedonistic scale from 0 to 9. From the presented results we can conclude that the samples packed in a modified atmosphere had improved juiciness and flavour, while the intensity of aroma and colour were lower than in the control sample.*

Keywords: fresh pork, modified atmosphere, descriptive sensory analysis, packaging

Thesis contains: 25 pages, 11 figures, 7 tables, 15 references

Original in: Croatian

Final work in printed and electronic (pdf format) version is deposited in: Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb

Mentor: *prof. Helga Medić, PhD*

Technical support and assistance: *Nives Marušić Radovčić, PhD*

Thesis delivered: July 4th 2016

SADRŽAJ:

1.	UVOD	1
2.	TEORIJSKI DIO	2
2.1.	MESO.....	2
2.1.1.	GRAĐA POPREČNO-PRUGASTOG SKELETNOG MIŠIĆNOG TKIVA	2
2.2.	SVJEŽE MESO	4
2.2.1.	KEMIJSKI SASTAV SVJEŽEG MESA.....	5
2.3.	PAKIRANJE SVJEŽEG MESA.....	6
2.3.1.	PAKIRANJE U MODIFICIRANOJ ATMOSFERI (MAP).....	7
2.3.2.	MATERIJALI ZA PAKIRANJE SVJEŽEG MESA	8
2.4.	SENZORSKA PROCJENA	9
2.4.1.	DESKRIPTIVNA SENZORSKA ANALIZA.....	9
2.4.2.	PARAMETRI SENZORSKE PROCJENE MESA	10
2.4.3.	USPOREDBA S INSTRUMENTALNIM METODAMA	10
2.5.	KVARENJE SVJEŽEG MESA.....	11
3.	EKSPERIMENTALNI DIO	12
3.1.	UZORAK	12
3.2.	PAKIRANJE U MODIFICIRANOJ ATMOSFERI	12
3.3.	PAKIRANJE KONTROLNOG UZORKA	12
3.4.	SENZORSKA ANALIZA.....	12
4.	REZULTATI I RASPRAVA	14
5.	ZAKLJUČAK	23
6.	LITERATURA	24

1. UVOD

U posljednje vrijeme potrošači traže hranu koja je što manje procesirana kako se ne bi gubila nutritivna svojstva. Stoga se svježe meso često pakira u modificiranoj atmosferi kako bi mu se produžila trajnost uz očuvanje kvalitete proizvoda.

Sastav mesa nam je važan jer on utječe na svojstva mesa koja moramo poznavati kako bismo ih mogli procijeniti kod senzorske analize, a kako bi svježe meso što duže ostalo mikrobiološki ispravno i zadovoljavajućih senzorskih može se pakirati u modificiranoj atmosferi željenog sastava plinova i ambalažnog materijala. Da bi odredili razliku između pakiranja u modificiranoj atmosferi i zraku može se koristiti senzorska analiza.

Cilj ovog rada je utvrditi kako pakiranje u modificiranoj atmosferi utječe na svojstva svježeg svinjskog mesa tijekom skladištenja pomoću deskriptivne senzorske analize.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. MESO

Meso je animalni proizvod dobiven klanjem životinja i to: goveda, bivola, svinja, ovaca, koza, kopitara (konja, magaraca, mula i mazgi), peradi (kokoši, pura, gusaka, pataka, biserki, itd.), kunića te odstrelom ili klanjem divljači (Živković, 1986). U praktičnom smislu pod mesom podrazumijevamo mišićno tkivo s kožom ili bez nje, s pripadajućim masnim tkivom, kostima, hrskavicama, krvnim i limfnim žilama, limfnim čvorovima i živcima (Lelas, 2008). U širem smislu pod mesom podrazumijevamo još i jestive iznutrice (jezik, srce, pluća, jetra, slezena, bubrezi, mozak, želudac, crijeva, itd.), masno tkivo (slanina, salo, oporci, loj) i krv. U najužem smislu pod mesom podrazumijevamo skeletno mišićje građeno u cijelosti od poprečno-prugastog mišićnog tkiva.

Prema histološkom izgledu mišićno tkivo se dijeli u tri glavne skupine:

1. glatko (*Textus muscularis nonstriatus*) mišićno tkivo,
2. poprečno-prugasto skeletno (*Textus muscularis striatus skeletalis*) mišićno tkivo
3. poprečno prugasto srčano (*Textus muscularis stratus cardiacus*) mišićno tkivo.

U ljudskoj prehrani najvažniju ulogu ima poprečno-prugasto skeletno mišićno tkivo.

2.1.1. GRAĐA POPREČNO-PRUGASTOG SKELETNOG MIŠIĆNOG TKIVA

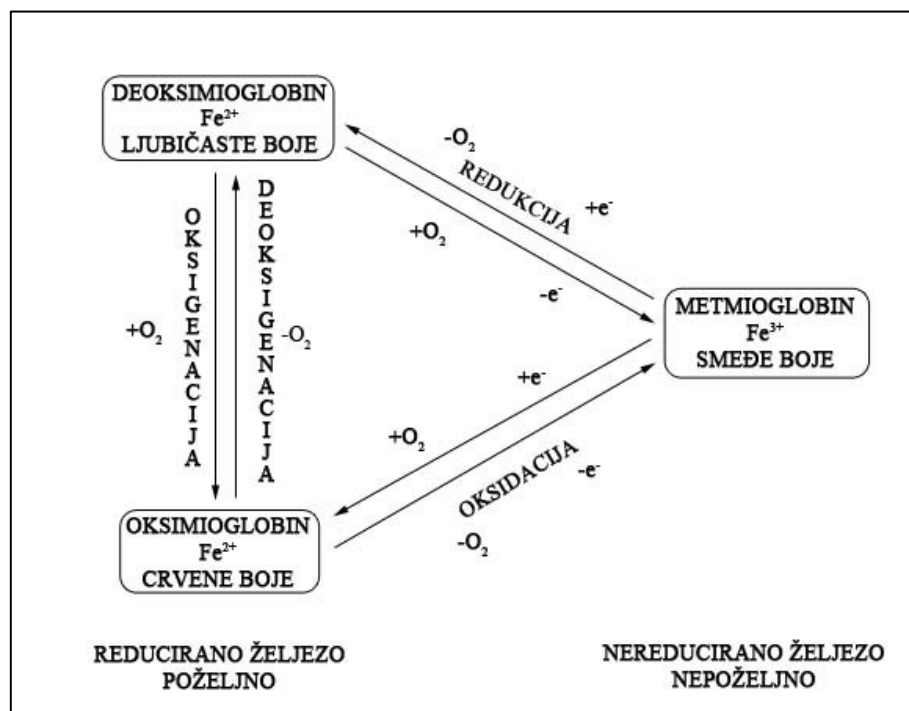
Poprečno-prugasto mišićno tkivo građeno je od mišićnih stanica s više jezgara koje se nazivaju mišićna vlakna. Mišićno vlakno je osnovna organizacijska jedinica mišića, a vlakna su paralelno raspoređena i grupirana u funkcionalne jedinice – svežnjiće. Više svežnjića tvori snop, a određen broj snopova povezan je debljim slojem vezivnoga tkiva u mišić. Svaki dio mišića i mišić u cjelini prekriveni su vezivnim tkivom. Mišićno je vlakno prekriveno vrlo tankom vezivnom opnom koja se naziva endomizij (*endomisium*), mišićni snop debljim slojem vezivnog tkiva – perimizij (*perimisium*) i mišić još debljom ovojnicom – epimizij (*epimisium*). Po dužini miofibrila u pravilnim se razmacima smjenjuju svijetla, I (izotropna), i tamna, A (anizotropna) polja od kojih potječe poprečna prugavost mišićnih vlakana. Svako svijetlo polje podijeljeno je jednom tamnom Z-linijom na dva dijela. Razmak između dviju Z-linija naziva se sarkomera i predstavlja strukturnu i funkcionalnu jedinicu miofibrila. Miofibrile izgrađuju debeli i tanki miofilamenti. Debeli se miofilamenti nalaze samo u A-polju

sarkomere. Tanki miofilamenti smješteni su u I-polju i jednim dijelom zalaze u A-polje sarkomere između debelih miofilamenata. Miofilamenti u prostoru zauzimaju heksagonalni položaj pri čemu je svaki debeli okružen sa šest tankih, odnosno svaki tanki miofilament okružen je s tri debela. U sredini A-polja nalazi se H-zona, svjetlija od svoje okoline, u kojoj se nalazi samo debeli miofilament. U centru H-zone nalazi se M-linija, rešetkasta proteinska tvorevina koja u prostoru održava karakterističan položaj debelih miofilamenata. Dužina sarkomere i širina H-zone promjenjive su i ovise o stanju mišićne kontrakcije. Sarkomera opuštenog mišića je duža, a H-zona šira, dok su za vrijeme kontrakcije njihove dimenzije razmjerno manje. U miofibrilama se nalaze mikrofilamenti koji su građeni od strukturnih i drugih proteina, čija je zadaća povezati miofilamente između sebe i za Z-liniju. Z-linije su tvorevine izgrađene od ultratankih Z-filamenata za koje se vezuju tanki miofilamenti susjednih sarkomera. Svaki tanki filament jedne sarkomere povezan je s četiri Z- filamenta, a preko njih s četiri tanka filamena susjedne sarkomere. Miofibrile su okružene sarkoplazmatskim retikulom koji u mišićnim stanicama predstavlja pričuvenu iona kalcija. Među miofibrilama u sarkoplazmi se nalaze mnogobrojni mitohondriji u kojima se zbiva oksidativni metabolizam stanice. Nalaze se i lizosomi koji sadržavaju hidrolitične enzime kao što su proteaze (katepsini), glikozidaze, fosfataze i nukleaze.

Skeletno mišićno tkivo sastoji se od tri osnovna tipa mišićnih vlakana: 1. crvena, 2. bijela i 3. intermedijarna. Ovisno o omjeru tih vlakana u pojedinom mišiću, meso se može podijeliti na svijetlo i tamno. Crvena vlakna su sporokontrahirajuća, malog promjera i većeg sadržaja sarkoplazme i mioglobina od ostala dva tipa vlakana. Pokazuju visoku aktivnost oksidativnih enzima. Bijela vlakna su brzokontrahirajuća, većeg su promjera, sadrže manje mioglobina i nisku oksidativnu aktivnost enzima u odnosu na crvena vlakna. Pokazuju visoku aktivnost glikolitičkih enzima, pa se nazivaju i glikolitička vlakna. Intermedijarna vlakna su srednjeg promjera, broj mitohondrija je manji u odnosu na crvena vlakna. Zbog svojih metabolitičkih karakteristika nazivaju se i oksidativno-glikolitička vlakna. Smatraju se podvrstom crvenih mišićnih vlakana.

Boja mesa je određena udjelom i formom u kojoj se mioglobin nalazi u mišićima. Mioglobin je protein sastavljen od jednog polipeptidnog lanca sa atomom željeza na koji se može vezati kisik čime olakšava transport kisika od crvenih krvnih stanica do mišićnih mitohondrija. U svinjskom mesu ga ima 1-3 mg/g mišićnog tkiva, a može biti vezan sa željezom u reduciranom (Fe^{2+}) obliku kao deoksimioglobin (reducirani mioglobin) i

oksimioglobin ili u reduciranom (Fe^{3+}) obliku kao metmioglobin. Deoksimioglobin daje ljubičastu boju, oksimioglobin crvenu, a metmioglobin smeđu boju. Reakcija prelaska deoksimioglobina ili oksimioglobina u metmioglobin je ireverzibilna ako nema prisutnih enzima (slika 1) (Anonymous, 2015.)



Slika 1. Prelazak mioglobina iz jednog oblika u drugi (Anonymous, 2015.)

2.2. SVJEŽE MESO

Svježe meso je namirnica životinjskog podrijetla, dobivena primarnom klaoničkom obradom koja završava hlađenjem. Hlađenje je jedna od najvažnijih operacija prilikom obrade mesa i ono mora biti provedeno u što kraćem vremenu nakon klanja kako bi se suzbio rast mikroorganizama koji uzrokuju kvarenje. Hlađenjem se temperatura trupova snižava na 4 °C u nekoliko sati nakon čega se meso može ili ne mora smrznuti te se transportirati prema krajnjem potrošaču ili može ići na daljnju obradu. Rok trajanja ohlađenih trupova mesa iznosi 5 do 12 dana, a čimbenici o kojima ovisi su nivo inicijalne kontaminacije, temperatura skladištenja, kolebanje temperature tijekom skladištenja i uvjeti pakiranja uključujući modificiranu atmosferu.

Prema pravilniku o proizvodima od mesa (NN, 131/12) proizvodi od svježeg mesa su definirani kao:

- Proizvodi od svježeg mesa životinja za klanje i divljači, cijelih ili izrezanih komada ili usitnjenog i oblikovanog mesa i masnog tkiva, iznutrica i dodatnih sastojaka, proizvode se i stavljaju na tržište kao toplinski neobrađeni, odnosno svježi, ohlađeni ili smrznuti, odnosno duboko smrznuti.
- Nije dozvoljena proizvodnja ovih proizvoda iz prethodno odmrznutog mesa. Proizvodi od svježeg mesa se mogu proizvoditi od jedne ili više vrsta mesa, ako ovim Pravilnikom nije drukčije određeno, uz obvezno deklariranje vrsta mesa.
- Proizvodi od svježeg mesa se stavljaju na tržište zapakirani ili nezapakirani.
- Proizvodi od svježeg mesa se proizvode kao:
 - proizvodi od usitnjenog mesa,
 - proizvodi pripremljeni za daljnju obradu.

Pojedine vrste mesa razlikuju se prema boji, izgledu, mirisu i čvrstoći, a općenito svojstvo svih vrsta je plastična elastičnost što znači da se udubina u mesu nastala blagim pritiskom vraća nakon kraćeg vremena.

2.2.1. KEMIJSKI SASTAV SVJEŽEG MESA

Kemijski sastav mesa ovisi o: vrsti životinje, starosti, spolu, prehrani, načinu uzgoja i zdravstvenom stanju. Ovisno o tim parametrima meso može sadržavati 50-74% vode, 15-20% bjelančevina, 0,5-4% masti i mikronutrijente kao što su vitamini i mineralne tvari i to uglavnom P, Fe, Ca i Mg u koncentraciji 0,8-1,8%.

U svježem mesu voda je najzastupljenija u mišićnom tkivu u obliku vezane i slobodne vode, a udio vode i masti je obrnuto proporcionalan. 39% masti se nalaze u obliku zasićenih masnih kiselina kao što su palmitinska i stearinska, a 45% u obliku nezasićenih masnih kiselina kao što su oleinska, linolna, linolenska i arahidonska. One u proizvodima od mesa daju sočnost i aromu. Mast može biti intermuskularna i intramuskularna ovisno o tome nalaze li se između ili oko mišića. Bjelančevine se nalaze u najvećoj količini od svih organskih sastojaka i najznačajniji su sastojak mesa. Proteini koji se nalaze u mesu su miofibrilarni, sarkoplazmatski i proteini vezivnog tkiva, a najvažniji među njima su miofibrilarni jer o njihovoj količini ovisi kvaliteta mesa što znači da najkvalitetnije meso sadrži najveći udio miofibrilarnih proteina. Ugljikohidrat su prisutni u vrlo malim količinama u obliku glikogena, glukoze te nekih drugih monosaharida i disaharida, a

njihov udio kreće se od 0,5 do 1,5%. Glikogen je najzastupljeniji ugljikohidrat i on se u najvećoj koncentraciji nalazi u jetri, ali najviše ga ima u mišićnom tkivu. Čimbenik koji prvenstveno utječe na količinu glikogena je stanje životinje prije smrti (Kerry i sur., 2002.).

Tablica 1. Usporedba kemijskog sastava svinjskog, govođeg i pilećeg mesa (Kulier, 1994)

Vrsta mesa	Energija (kcal/100g)	Proteini (g/100g)	Masti (g/100g)	Zasićene masti (g/100g)	Kolesterol (mg/100g)
Svinjsko	240	17,1	19,2	8,3	60
Goveđe	151	19,0	8,4	3,9	71
Pileće	115	21,5	3,1	0,8	70

2.3. PAKIRANJE SVJEŽEG MESA

Ambalaža je vrlo važna kod skladištenja mesa, zato što se primjenom različitih načina pakiranja može produžiti vrijeme skladištenja, smanjiti stvaranje nepoželjnih senzorskih svojstava i smanjiti razvoj mikroorganizama. Meso se iz klaonice u mesnice transportira kao ohlađeno ili zamrznuto u struji zraka koji slobodno struji oko svakog komada mesa ili u metalnoj, kartonskoj ili plastičnoj ambalaži, a u prodavaonice se transportira pakirano u plastične vrećice s podloščima, te u podloške s prozirnim poklopcima u normalnoj atmosferi, u vakuumu ili u modificiranoj atmosferi. Pakirano i ohlađeno meso može biti u prometu između 3 i 7 dana ovisno o načinu pakiranja i ambalaži koja je korištena prilikom pakiranja. Budući da je u današnje vrijeme postalo vrlo popularno minimalno procesiranje hrane kojim se ne narušava nutritivni sastav hrane te se smanjuje primjena invazivnih konzervirajućih metoda kao što su primjena kemikalija i termička obrada, potrebno je koristiti druge metode kojima će se povećati rok trajnosti i mikrobiološka stabilnost proizvoda. Takva metoda je pakiranje mesa u modificiranoj atmosferi koja se sastoji od ambalaže različite propusnosti za plinove punjene sa različitim omjerom plinova koji omogućuju postojanost organoleptičkih svojstava i mikrobiološku stabilnost (Vujković i sur., 2007.).

2.3.1. PAKIRANJE U MODIFICIRANOJ ATMOSFERI (MAP)

Pakiranje u modificiranoj atmosferi (MAP) je tehnološki postupak u kojem se neki prehrambeni proizvod omata nepropusnim, odnosno slabo propusnim (ambalažnim) materijalom, pri čemu je zrak zamijenjen odgovarajućom smjesom plinova, kako bi se produžila trajnost proizvoda. Uloga smjese plinova je smanjenje intenziteta disanja i rasta mikroorganizama te usporavanje enzimske aktivnosti ovisno o vrsti proizvoda.

Za uspješnu primjenu ove tehnologije potrebno je postići optimalni sastav atmosfere u pakiranju (FSIS, 2005). Da bi se održao takav sastav atmosfere upotrebljavaju se prikladni, u pravilu višeslojni plastični ambalažni materijali (filmovi-folije).

Plinovi koji se koriste za pakiranje svježeg mesa su kisik, ugljikov dioksid, dušik i ugljikov monoksid, a najpopularnije smjese plinova su 20% CO₂:80% O₂ i 20% CO₂:69% O₂:11% N₂. Kod crvenog mesa koristi se sastav od 80% O₂:20% CO₂, sa volumenom plina od 100 do 200 mL po 100g mesa te temperaturom skladištenja između 2-3°C.

Ugljikov dioksid se koristi zbog toga što on inhibira rast aerobnih bakterija i plijesni tako što snižava pH čime dolazi do slabljenja i promjena funkcije stanične membrane, inhibicije ili usporenja enzimskih reakcija te promjenom fizikalno-kemijskih osobina proteina. pH se snižava zbog njegove apsorpcije na površinu mesa formirajući ugljičnu kiselinu čime dolazi do njene ionizacije te do sniženja pH (Nychas i Arkoudelos, 1990; Rousset i Renerre, 1991).

Kisik se dodaje u najvećem postotku iz više razloga. Prvi je taj što je mioglobin kao najvažniji pigment mesa u svom najpogodnijem obliku oksibioglobinu, pri zasićenju kisikom. Drugi razlog zbog kojeg se koristi kisik je onemogućivanje rasta anaerobnih mikroorganizama koji su najopasniji uzročnici trovanja u svježem mesu, dok je negativna posljedica to što uzrokuje razgradnju masti zbog čega meso nakon 10-14 dana poprima neugodan miris i okus po užeglom.

Dušik se u mesnoj industriji koristi jedino kod termički obrađenih proizvoda ili kada postoji opasnost od kolapsa pakiranja zbog visoke koncentracije CO₂.

Ugljikov monoksid se pri pakiranju svježeg mesa koristi u vrlo niskim koncentracijama od 0,4%, a djeluje tako što prevodi mioglobin u karboksi-mioglobin koji ima izrazitu nijansu ružičaste boje koja je poželjna kod potrošača. Njegova primjena je izazvala negodovanje kod potrošača zato što je takva reakcija ireverzibilna i zbog toga je

nemoguće uočiti negativne mikrobiološke promjene koje bi mogle nastati na proizvodu, čime se prilikom neopreznog rukovanja i nesavjesnog ponašanja proizvođača, konzument može dovesti u opasnost.

Istraživanje koje je uspoređivalo pakiranja svježeg svinjskog karea u razdoblju od 14 do 22 dana na temperaturu od 2°C u pakiranjima koja sadrže 100% ugljikovog dioksida, 75% CO₂:25% N, 50% CO₂:50% N, 25% CO₂:65% N:10% O₂ i u vakumu (Sörheim i sur., 1996), došlo je do zaključka da, pakiranja sa 10% kisika daju uzorke smeđe i zelenije nijanse te jače izraženog neugodnog mirisa dok je u atmosferi od 100% CO₂ došlo do većeg gubitka vezane vode nego u ostalim slučajevima. Rok trajanja je bio vrlo sličan za sve uzorke osim onog pakiranog u atmosferi s 10% kisika koji je imao najkraći rok trajanja.

Temperatura skladištenja treba biti niska i ne smije doći do fluktuacije temperature zato što se sniženjem temperature za 10°C većina kemijskih i biokemijskih reakcija usporava 2-3 puta te zato što se stupanj propusnosti svih plinova kroz ambalažu smanjuje s sniženje temperature.

2.3.2. MATERIJALI ZA PAKIRANJE SVJEŽEG MESA

Materijali koji se koriste za pakiranje nazivaju se filmovi, dolaze u rolama, a sastoje se od plastike, kartonske ploče ili papira. Nama su najzanimljiviji plastični filmovi koji mogu biti kruti kao što su PVC (poli(vinil-klorid)), PP (polipropilen) i PS (polistiren) koji daju mehaničku čvrstoću pakiranju, PAN (poliakrilnirtil), A-PET (amorfni poliestar) i PC (polikarbonat) ili meki, poput PA (poliamid), PA-O (orijentirani poliamid), PP (polipropilen), PP-O (orijentirani polipropilen), PETP (poliestar), PE (polietilen) koji služi kao sredstvo za zavarivanje ili Surlyn^(R). Kao komponente koje daju nepropusnost filmova se koriste polivinildeklorid (PVDC) i etilen/vinil-alkohol (EVAL).

Iako su takvi monofilmovi korisni u mnoge svrhe, ne mogu ispuniti sve zahtjeve pa se obično kombiniraju u obliku laminata. Oni se proizvode zataljivanjem dva ili više polimernih slojeva u zavarenu cjelinu, a za njih je karakteristično da je unutarnji sloj termozataljiv te se najčešće sastoji od PE jer on ima nisku temperaturu prijelaza u termoplastično stanje čime se dobiva hermetičnost i na spojevima. Takvi laminati trebaju imati svojstva termoplastičnosti, krutost, mogućnost skupljanja i varenja, otpornost na promjene temperature, mogućnost tiskanja etikete, propusnost za vodu, plin i svjetla i druga.

Za očuvanje boje svježeg mesa potrebno je upotrijebiti laminat koji je propustan za kisik, a nepropustan za vodenu paru. Zbog takvih svojstava najčešće se koristi ambalaža izrađena od laminata PVC/PE (Vujković i sur., 2007).

2.4. SENZORSKA PROCJENA

Senzorska procjena je znanstvena disciplina koja potiče, mjeri, analizira i interpretira reakcije onih karakteristika hrane i tvari koje se zapažaju osjetilima vida, mirisa, okusa, dodira i sluha.

Senzorska procjena se provodi u prostorijama koje moraju sadržavati neka standardna obilježja propisana zakonom kao što su boja zidova, optimalna temperatura i vlažnost, jednakomjerno osvjetljenje što sličnije dnevnom svijetlu (osim crveno fluorescentnog svjetla za maskiranje boje) te odvojeni boksovi za svakog senzoričara. Osim same prostorije potrebno je odrediti vrijeme ispitivanja, a najpogodnije je ujutro od 9 do 11 sati te ne 1 sat prije i 2 sata nakon jela. Također je potrebno omogućiti čist pribor bez mirisa prilagođen hrani koja se servira te pecivo, kruh ili vodu sobne temperature za odmaranje osjetnih stanica, a hrana koja se servira mora imati temperaturu kao kod konzumiranja.

Panel senzoričara može biti stručni ili sastavljen od potrošača te mora proći određeni trening ovisno o vrsti testa koji se provodi. Testovi koji se provode se mogu podijeliti na testove razlike, testove sklonosti i deskriptivnu (opisnu) analizu. U testove razlike spadaju opći testovi razlike koji mogu biti: triangl test, duo-trio test, test dva od pet, jednostavni test razlike, test A – ne A, test razlika od kontrolnog, sekvencijalni test i test sličnosti, te testovi razlika u obilježjima u koji mogu biti: test uspoređenja u paru, test nizanja parova, test višestrukog uspoređivanja u paru, jednostavni test nizanja, test svrstavanja nekoliko uzoraka i testovi razlika na više uzoraka. Testovi sklonosti mogu biti kvalitativni, a u njih spadaju fokus grupe, fokus paneli i intervjui te kvantitativni koji mogu biti testovi preferenci i testovi prihvaćanja. (Nute i sur., 1987)

2.4.1. DESKRIPTIVNA SENZORSKA ANALIZA

Deskriptivna analiza može biti kvalitativna i kvantitativna te se kod njih određuje vanjski izgled kao što su boja, veličina, oblik i površina, karakteristike arome i okusa, tekstura u ustima i karakteristike koje se osjete dodirom. Kod kvantitativne deskriptivne analize mjerenje intenziteta se može određivati raznim ljestvicama: kategorijski od 0 do 9, linijski na skali od 6 do 15 cm i ljestvicom procjene jačine koja se primjenjuje na jedno svojstvo sa slobodnim izborom prvog broja dok se ostali označavaju u dijelovima.

Senzoričar koji se koristi ovom metodom mora biti sposoban uočiti razlike u senzorskim obilježjima između uzoraka, a rezultati se prikazuju grafički u obliku paukove mreže (spider web). Ovu metodu možemo koristiti kod razvoja novih proizvoda, selekcije i treninga panelista

Ostale deskriptivne metode su: vrijeme-intenzitet opisna analiza koja se koristi kod proizvoda gdje se intenzitet osjeta mijenja tijekom vremena, profil slobodnog izbora koja koristi različite pojmove od strane potrošača za zadano obilježje te za nju nije potreban duži trening i Spectrum metoda kod koje panelisti moraju biti uvježbani za procjenu pojedinog ili svih obilježja.

2.4.2. PARAMETRI SENZORSKE PROCJENE MESA

Parametri koji se mogu ocjenjivati tijekom senzorske analize mesa su boja, prisutnost intramuskularne masnoće, miris, sočnost, tekstura, mekoća, okus svinjetine, intenzitet okusa i nepoželjna aroma.

Boja je najvažnija karakteristika jer je ona prva uočljiva od strane potrošača i određuje njegovu zainteresiranost za kupnju proizvoda. Boja svježeg svinjskog mesa se opisuje kao svijetlo blago ili tamno ružičasta do crvenkastih tonova, a dužim stajanjem može izbljediti postati smeđa, žućkasta ili zelenkasta. Na njezinu promjenu utječu genetika životinje, prehrana, premortem postupci kao što su transport, stres i omamljivanje, način obrade, pakiranje i vrijeme skladištenja. (Nollet i sur., 2007)

2.4.3. USPOREDBA S INSTRUMENTALNIM METODAMA

Osim senzorskih analiza, svojstva proizvoda se mogu ispitivati i instrumentalnim metodama kao što su Warner-Bartzler, Allo-Kramer i Texture Profile Analysis kojima se mogu mjeriti čvrstoća, mekoća, elastičnost, plastičnost, hrskavost, vlažnost, kemijski sastav i drugo. Povezivanje senzorske i instrumentalne analize posebno je važno pri razvoju novih proizvoda jer senzorskim analizama možemo dobiti parametre za stvaranje novog proizvoda, a instrumentalne metode su potrebne za osiguranje konzistentne kvalitete proizvoda. Na taj način je dokazano da se npr. čvrstoća povećava s posmičnom silom, a da su želatinozna i plastična struktura povezane s količinom vode u mesu (Nute, i sur., 1987).

2.5. KVARENJE SVJEŽEG MESA

Meso je zbog svog sastava idealni supstrat za rast i razvoj mikroorganizama, a kvarenje mesa je rezultat degradabilnih procesa koji mogu nastati zbog djelovanja mikroorganizama ili zbog vlastite enzimske aktivnosti. Na kvarenje mesa utječu biološki i fizikalno-kemijski čimbenici. Biološki čimbenici su oni koji uzrokuju veću aktivnost mikroorganizama kao što su: aktivitet vode, hranjivi sastojci, kisik, pH, temperatura i prisutnost drugih mikroorganizama, dok su fizikalno-kemijski su oni koji uzrokuju autolitičke promjene sastojaka mesa. Vrste kvarenja koje uzrokuju biološki čimbenici su: svjetlucavost (fosforescencija), sluzavost, pljesnivost i gnjiljenje (putrefakcija), a fizikalno-kemijski uzrokuju: srdljivo zrenje, promjena boje i kvarenje masti. (Kovačević, 2001.)

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. UZORAK

Za senzorsko ispitivanje korišteno je meso svinjskog buta, koje je prethodno ohlađeno i pakirano u ambalažu te ostavljeno u hladnjaku na temperaturi od +4°C kroz 8 dana skladištenja.

3.2. PAKIRANJE U MODIFICIRANOJ ATMOSFERI

Nakon procesa hlađenja, uzorci su pojedinačno pakirani u dvoslojne plastične vrećice, izrađene od poliamida (20 µm) i polietilena (70 µm), (PA/PE 90 µm). Pakiranje u modificiranoj atmosferi provedeno je u komori (DORADO, JUNIOR DIGIT), uz dobavu plina sastava 70% O₂ i 30% CO₂ (Messer Croatia Plin d.o.o.).

Tijekom skladištenja u upakiranim uzorcima određivan je sastav plinova (O₂, CO₂) s pomoću aparata Oxybaby (WITT-Gasetechnik, Oxybaby V) te je on iznosio 70% O₂ i 30% CO₂.

3.3. PAKIRANJE KONTROLNOG UZORKA

Kontrolni uzorak je također ohlađen i pojedinačno pakiran u polietilenske vrećice (PE) koje su ručno zatvorene. Kod njega nije promijenjen sastav plinova već je sastav plinova u pakiranju ostao isti kao i kod sastava atmosfere, što znači da je sadržavao 78% N₂, 21% O₂ i 0,033% CO₂.

3.4. SENZORSKA ANALIZA

Meso se za senzorsku analizu pripremalo tako što je uzet po jedan komad mesa pakiran u modificiranoj atmosferi i jedan kontrolni uzorak, koji je stavljen u vodu temperature 100°C te je kuhan sve dok nije postigao temperaturu od 72°C u središtu. Nakon toga je meso narezano na kockice veličine otprilike 1,5x1,5cm te je senzorski ocjenjeno pod kodnim brojem (Omojola i sur., 2009).

Tada je grupa od 6 treniranih senzoričara provela analizu mesa. Oni su ocjenjivali 9 svojstva na senzorskom listiću (Slika 2.), hedonističkom skalom od 0 do 9. Svojstva koja su se ocjenjivala bila su: intenzitet mirisa, biokemijska svojstva, intenzitet boje i okusa, okus po svinjskom mesu, sočnost, tvrdoća, topljivost i sveukupna dopadljivost.

Ime i prezime:

Datum:

Upute: Probajte uzorak kuhanog mesa te stavite odgovarajuću ocjenu (0- odsustvo -9- izrazita prisutnost) pojedinog senzorskog svojstva

Senzorsko svojstvo		
INTENZITET MIRISA		
BIOKEMIJSKO (off-flavor, zemlja-pljesnjivo-fermentirano, octena kiselina, amonijak-užeglo-melasa, crijeva, koža, ostalo)		
INTENZITET BOJE		
INTENZITET OKUSA		
OKUS PO SVINJSKOM MESU (okus na kuhano svinjsko meso)		
SOČNOST		
TVRDOĆA (1-mekan, 9-tvrd)		
TOPIVOST (razina topivosti tijekom žvakanja: 0- nema topivosti, 9- vrlo brza)		
SVEUKUPNA DOPADLIVOST (neprijatan-ugodan)		

Slika 2. Senzorski listić za ocjenu svježeg mesa

4. REZULTATI I RASPRAVA

U Tablicama 2-7 prikazani su rezultati ocjenjivanja po danu svakog senzoričara za modificiranu atmosferu i za kontrolni uzorak.

Tablica 2. Senzorska procjena 1. dan

Uzorak	Senzoričar	Intenzitet mirisa	Biokemijsko	Intenzitet boje	Intenzitet okusa	Okuse po svinjskom mesu	Sočnost	Tvrdoća	Topivost	SD*
MAP-1	1	4	0	5	5	9	6	6	7	8
MAP-1	2	5	0	3	5	5	2	7	2	6
MAP-1	3	6	0	4	5	6	3	6	3	7
MAP-1	4	5	0	4	5	9	5	7	5	8
MAP-1	5	5	0	5	5	9	7	2	7	8
MAP-1	6	5	0	4	6	6	3	4	4	5
kontrola-1	1	6	0	6	5	9	6	6	7	7
kontrola-1	2	4	0	4	7	6	7	4	2	7
kontrola-1	3	5	0	5	5	6	6	3	6	8
kontrola-1	4	6	0	5	6	9	7	5	7	9
kontrola-1	5	5	0	4	5	8	8	1	7	8
kontrola-1	6	7	0	6	7	9	5	7	6	2

SD* - sveukupna dopadljivost

Tablica 3. Senzorska procjena 2. dan

Uzorak	Senzoričar	Intenzitet mirisa	Biokemijsko	Intenzitet boje	Intenzitet okusa	Okuse po svinjskom mesu	Sočnost	Tvrdoća	Topivost	SD*
MAP-2	1	8	0	6	5	7	5	7	6	7
MAP-2	2	5	0	5	5	9	5	4	5	8
MAP-2	3	5	0	6	6	8	4	6	4	7
MAP-2	4	5	0	6	5	7	4	8	4	6
MAP-2	5	6	0	6	5	8	6	8	6	8
MAP-2	6	5	0	6	5	5	4	4	6	5
kontrola-2	1	6	0	5	5	6	7	6	7	8
kontrola-2	2	6	0	4	5	9	5	4	5	7
kontrola-2	3	4	0	4	7	8	8	3	6	8
kontrola-2	4	4	0	4	5	7	6	7	5	7
kontrola-2	5	5	0	5	5	8	7	7	7	9
kontrola-2	6	8	0	5	4	5	2	7	4	4

SD* - sveukupna dopadljivost

Tablica 4. Senzorska procjena 3. dan

Uzorak	Senzoričar	Intenzitet mirisa	Biokemijsko	Intenzitet boje	Intenzitet okusa	Okuse po svinjskom mesu	Sočnost	Tvrdoća	Topivost	SD*
MAP-3	1	8	0	6	6	8	5	7	5	7
MAP-3	2	6	0	5	5	8	6	5	7	8
MAP-3	3	5	0	5	6	8	4	8	3	7
MAP-3	4	4	0	5	7	7	6	4	4	6
MAP-3	5	5	0	5	5	9	6	5	4	7
MAP-3	6	8	0	6	7	7	5	4	5	2
kontrola-3	1	8	0	7	7	8	7	6	7	8
kontrola-3	2	7	0	6	5	8	7	4	8	8
kontrola-3	3	5	0	7	6	8	8	3	7	9
kontrola-3	4	5	0	6	8	7	6	5	5	6
kontrola-3	5	4	0	7	5	8	7	4	4	7
kontrola-3	6	9	0	7	6	6	4	3	4	4

SD* - sveukupna dopadljivost

Tablica 5. Senzorska procjena 4. dan

Uzorak	Senzoričar	Intenzitet mirisa	Biokemijsko	Intenzitet boje	Intenzitet okusa	Okuse po svinjskom mesu	Sočnost	Tvrdoća	Topivost	SD*
MAP-4	1	7	0	5	6	7	6	7	6	7
MAP-4	2	6	0	5	6	7	5	5	6	6
MAP-4	3	4	0	5	6	6	4	5	4	6
MAP-4	4	6	0	4	6	9	5	6	5	8
MAP-4	5	4	0	5	4	8	7	4	5	7
MAP-4	6	5	0	5	5	5	3	5	5	3
kontrola-4	1	8	0	6	7	7	9	8	8	8
kontrola-4	2	8	0	6	8	8	8	3	9	8
kontrola-4	3	7	0	7	7	5	6	4	4	6
kontrola-4	4	4	0	5	7	9	4	7	4	7
kontrola-4	5	4	0	7	4	7	4	6	4	6
kontrola-4	6	7	0	6	6	6	5	5	6	2

SD* - sveukupna dopadljivost

Tablica 6. Senzorska procjena 7. dan

Uzorak	Senzoričar	Intenzitet mirisa	Biokemijsko	Intenzitet boje	Intenzitet okusa	Okuse po svinjskom mesu	Sočnost	Tvrdoća	Topivost	SD*
MAP-7	1	5	0	5	7	8	7	4	8	8
MAP-7	2	6	0	5	7	8	7	4	6	7
MAP-7	3	6	0	5	6	6	6	4	6	7
MAP-7	4	7	0	4	7	9	4	5	5	8
MAP-7	5	3	0	4	5	7	4	6	3	5
MAP-7	6	7	0	5	7	8	6	4	4	4
kontrola-7	1	5	0	6	6	8	6	5	6	6
kontrola-7	2	4	0	7	6	6	7	4	5	6
kontrola-7	3	8	0	7	4	3	5	5	4	6
kontrola-7	4	6	0	5	7	0	3	7	4	7
kontrola-7	5	5	2	6	4	8	5	5	4	7
kontrola-7	6	9	5	6	6	6	8	3	8	6

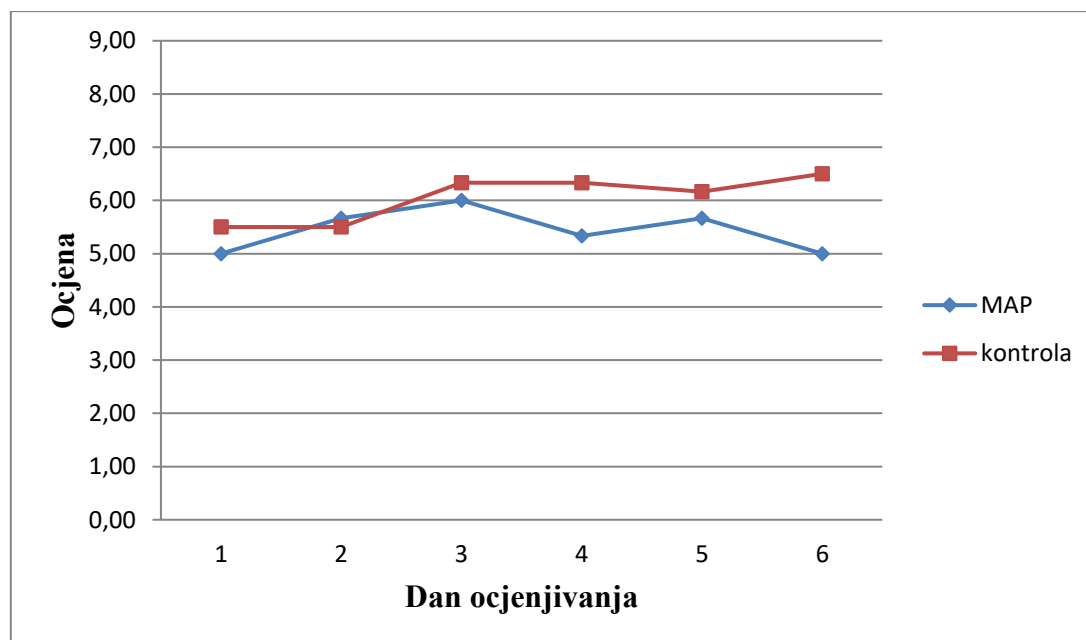
SD* - sveukupna dopadljivost

Tablica 7. Senzorska procjena 8. dan

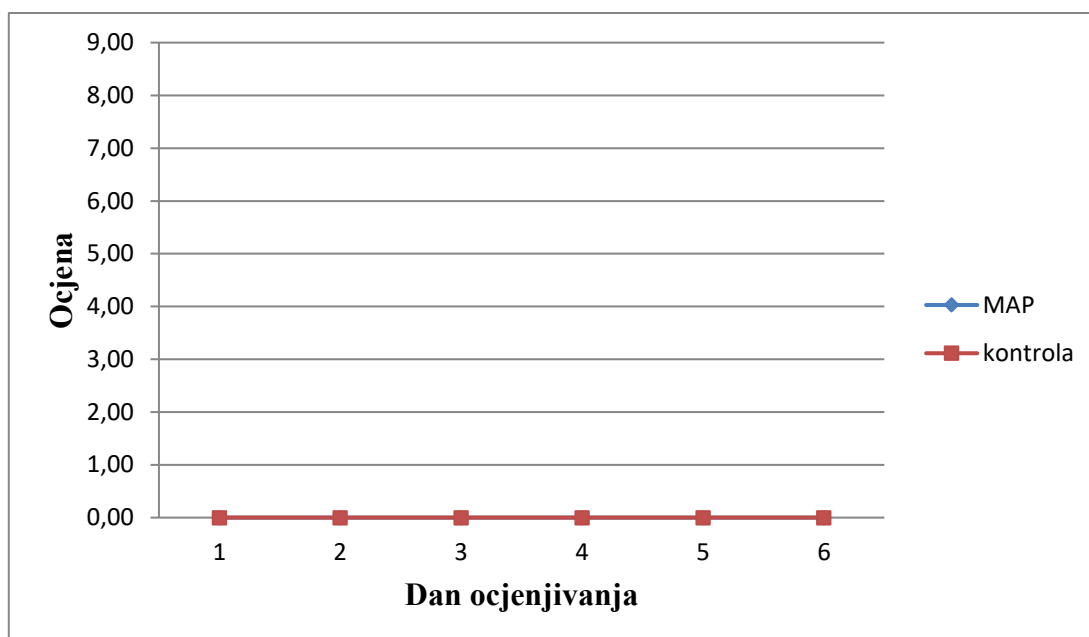
Uzorak	Senzoričar	Intenzitet mirisa	Biokemijsko	Intenzitet boje	Intenzitet okusa	Okuse po svinjskom mesu	Sočnost	Tvrdoća	Topivost	SD*
MAP-8	1	6	0	8	6	6	5	8	6	6
MAP-8	2	6	2	5	4	7	6	3	7	7
MAP-8	3	4	1	5	4	6	5	5	5	5
MAP-8	4	4	0	5	6	6	6	6	6	7
MAP-8	5	4	0	5	5	9	5	6	5	8
MAP-8	6	4	4	5	6	5	3	5	4	4
kontrola-8	1	8	0	7	7	7	6	6	8	7
kontrola-8	2	7	0	6	5	8	7	1	8	7
kontrola-8	3	8	0	7	8	8	7	3	8	8
kontrola-8	4	7	0	6	6	7	7	7	4	7
kontrola-8	5	7	0	7	6	9	8	3	7	9
kontrola-8	6	6	0	7	5	5	6	3	6	6

SD* - sveukupna dopadljivost

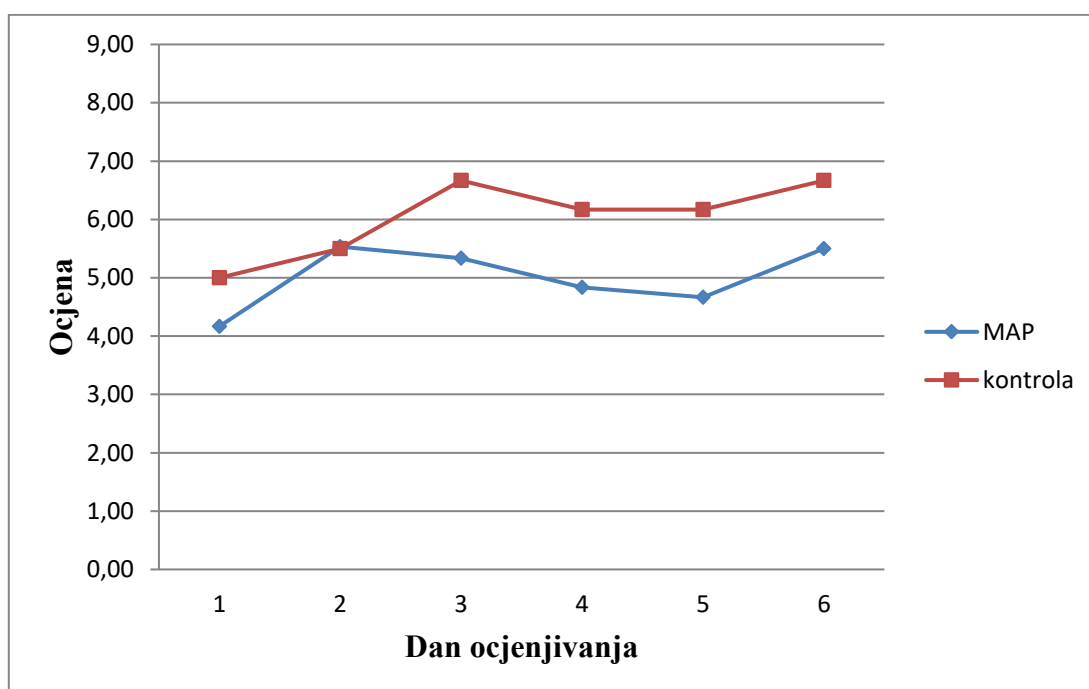
Na Slikama 3-11 prikazani su grafički prikazi kretanja srednjih ocjena svih senzoričara za pojedino svojstvo kroz 6 dana ocjenjivanja.



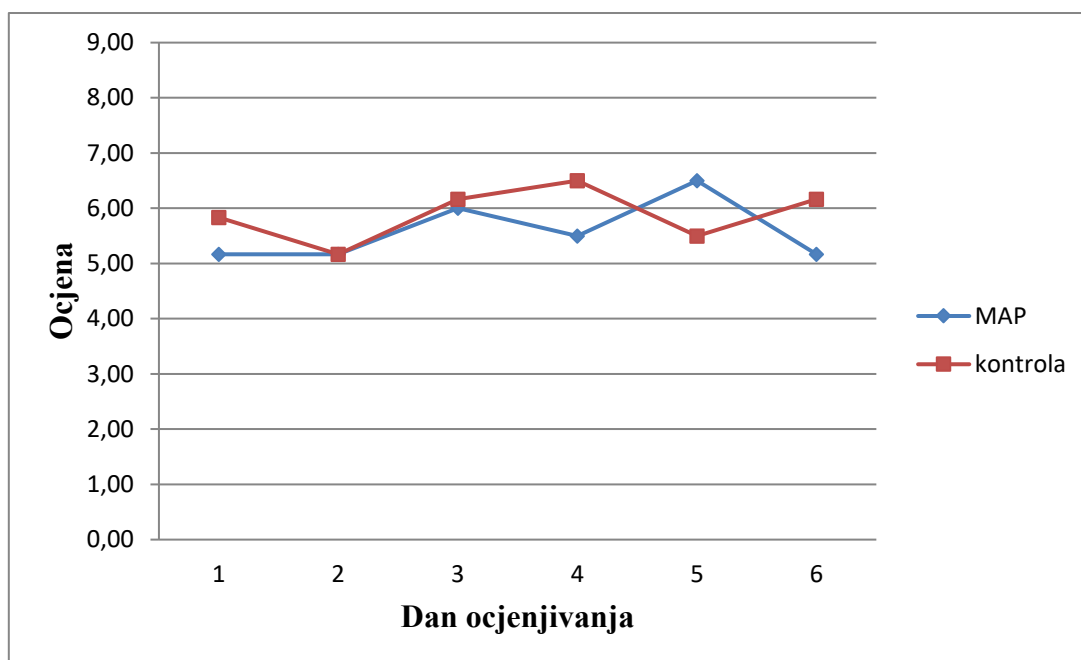
Slika 3. Intenzitet mirisa kroz 6 dana skladištenja



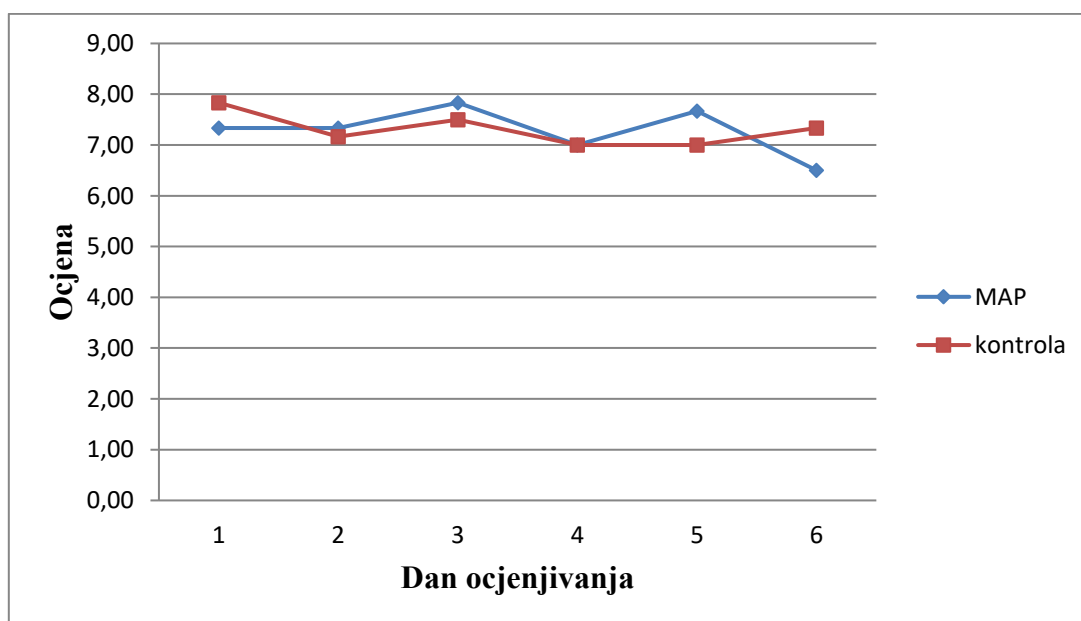
Slika 4. Biokemijska svojstva kroz 6 dana skladištenja



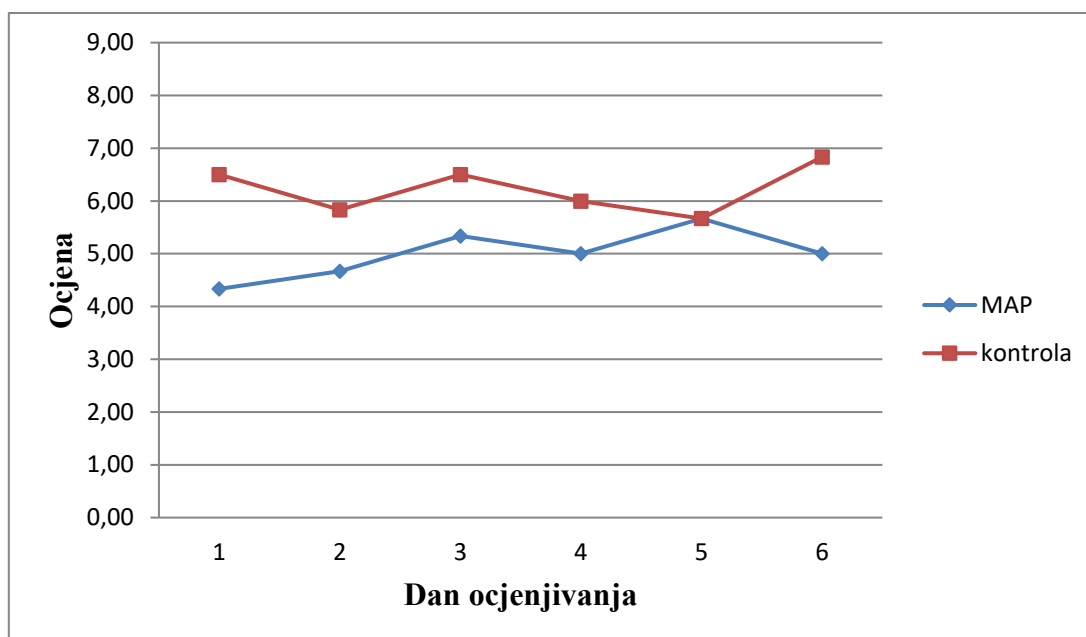
Slika 5. Intenzitet boje kroz 6 dana skladištenja



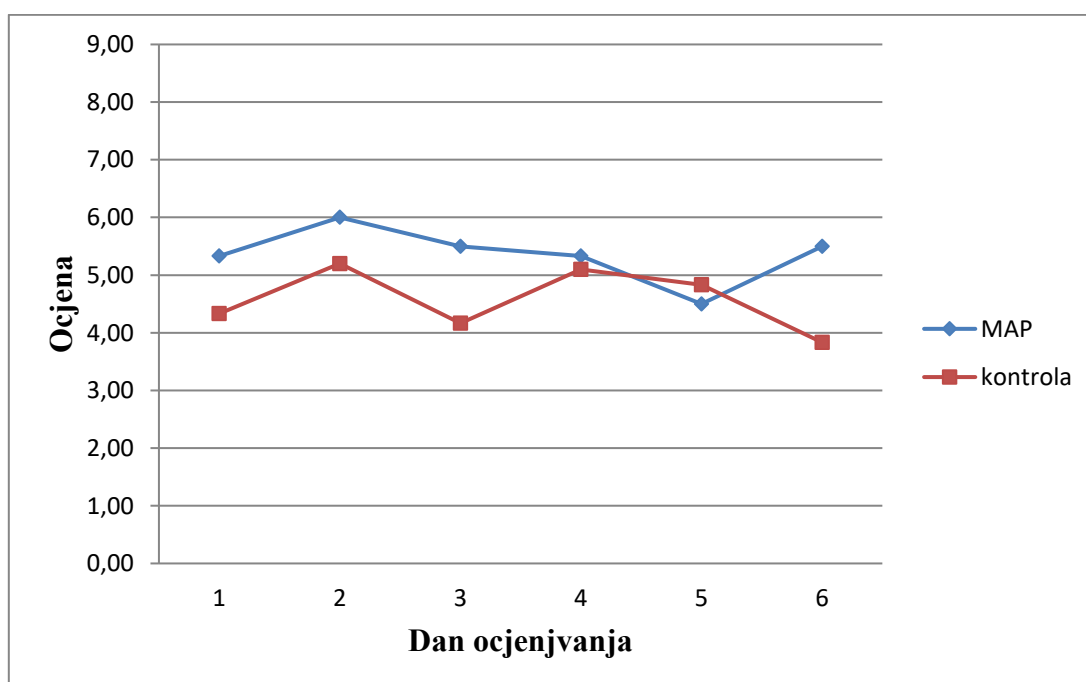
Slika 6. Intenzitet okusa kroz 6 dana skladištenja



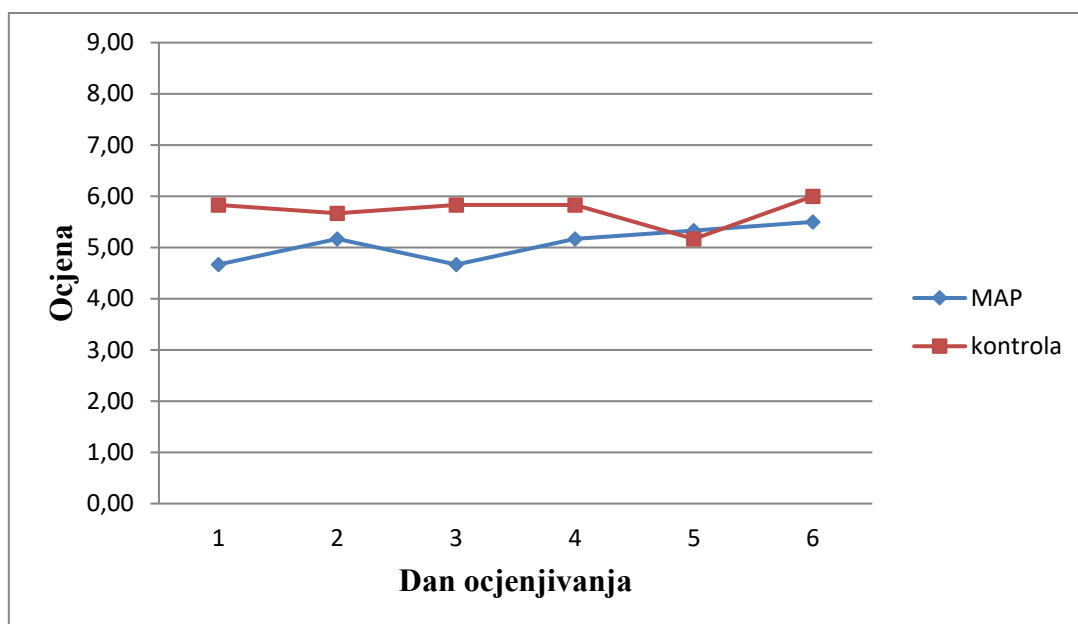
Slika 7. Okus po svinjskom mesu kroz 6 dana skladištenja



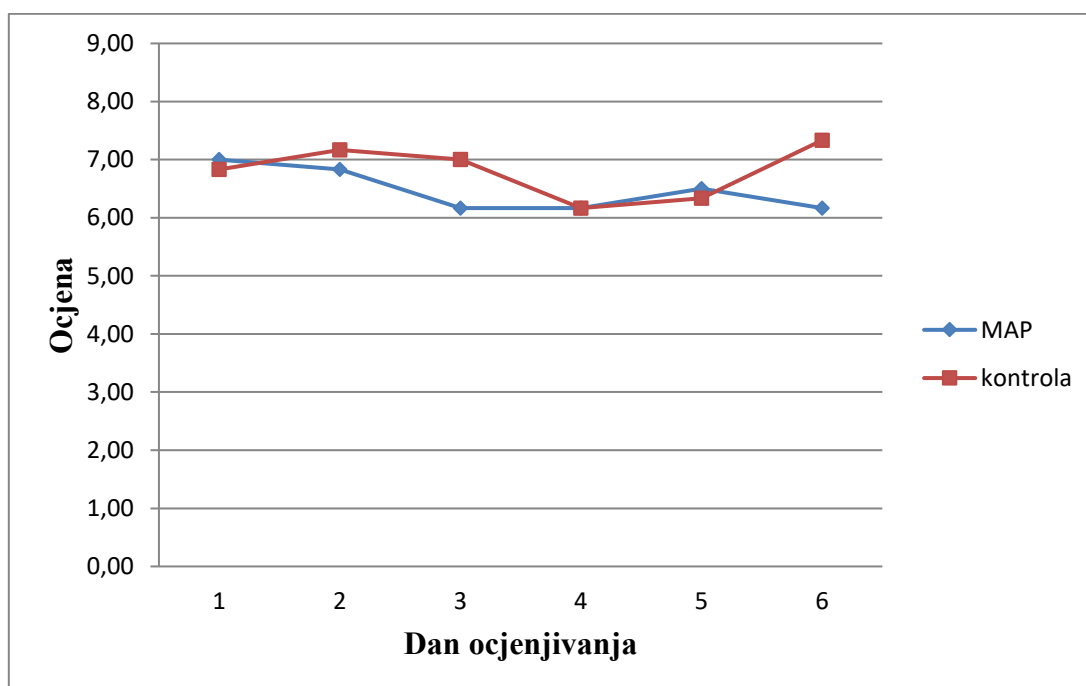
Slika 8. Sočnost kroz 6 dana skladištenja



Slika 9. Tvrdoća kroz 6 dana skladištenja



Slika 10. Topivost kroz 6 dana skladištenja



Slika 11. Sveukupna dopadljivost kroz 6 dana skladištenja

Na slikama možemo vidjeti kako se intenzitet okusa i topivost lagano povećavaju kod oba uzorka kod svih 8 dana skladištenja, dok se kod biokemijskih svojstva javljaju blage nepoželjne osobine u zadnjim danima skladištenja. Tvrdća i sveukupna dopadljivost se smanjuju kod oba uzorka samo što je pad sveukupne dopadljivosti manje uočljiv kod kontrolnog uzorka. Intenzitet mirisa se blago smanjuje kod uzorka pakiranog u

modificiranoj atmosferi za razliku od kontrolnog uzorka kod kojeg se blago povećava. Intenzitet boje se blago povećava kod kontrolnog uzorka za razliku od modificirane atmosfere kod koje je konstantan. Okus po svinjskom mesu je konstantan kod modificirane atmosfere dok se kod kontrolnog uzorka smanjuje, a sočnost se blago povećava prilikom skladištenja u modificiranoj atmosferi dok je kod kontrolnog uzorka konstantna.

Analizom podataka iz tablica možemo vidjeti da su intenzitet okusa, topivost i biokemijska svojstva ostala konstantna, dok su se tvrdoća i sveukupna dopadljivost smanjile tijekom skladištenja svježeg mesa kroz 8 dana u oba uzorka. Time možemo zaključiti da na njih ne utječe vrsta ambalaže i sastav plinova. Za razliku od njih sočnost i okus po svinjskom mesu se poboljšati skladištenjem u modificiranoj atmosferi dok se intenzitet mirisa i boje pogoršavaju u odnosu na kontrolni uzorak. Biokemijske promjene su se javila tek u zadnjem stadiju skladištenja kada je najvjerojatnije došlo do razvoja mikroorganizama i autolitičkih procesa.

Međutim, budući da su razlike u ocijeni vrlo male to nije dovoljno kako bi se sa sigurnošću mogli donijeti neki značajniji zaključci.

5. ZAKLJUČAK

Ovim istraživanjem možemo zaključiti da na intenzitet okusa, topivost, biokemijska svojstva, tvrdoću i sveukupnu dopadljivost ne utječe vrsta ambalaže i sastav plinova dok se sočnost i okus po svinjskom mesu poboljšavaju skladištenjem u modificiranoj atmosferi, a intenzitet mirisa i boje se poboljšavaju skladištenjem u atmosferskom zraku.

6. LITERATURA

Anonymous (2015) Agriculture & Life Sciences, Texas A&M University

< <http://meat.tamu.edu/ansc-307-honors/meat-color/>> Pristupljeno srpanj 2015.

FSIS (2005) US Department of Agriculture, FSIS - Food Safety and Inspection Service, Meat and Poultry Packaging Materials

<<http://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/safe-food-handling/packaging-materials/meat-poultry-packaging-materials>> Pristupljeno 4. ožujka 2015.

Kerry J., Kerry J. i Ledward D (2002) Meat processing, 1. izd., Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.

Kovačević, D. (2001) Kemija i tehnologija mesa i ribe, Sveučilište J.J. Strossmayera, Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek.

Kulier, I. (1994) Hrvatsko-engleski prehrambeni rječnik, Hrvatski farmer, Zagreb.

Lelas V. (2008) Procesi pripreme hrane, Golden marketing-Tehnička knjiga, Zagreb.

Nollet, Leo M. L. (2007) Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality, 1. izd., Blackwell Publishing Professional, Ames, Iowa, USA.

Nute, G.R., Jones, R.C.D., Dransfield, E. i Whelehan, O. (1987) Sensory characteristics of ham and their relationships with composition, viscoelasticity and strength. *Int. J. Food Sci. Techn.* **22**, 461–476.

Nychas, G.J., Arkoudelos, J.S. (1990) Microbiological and physicochemical changes in minced meats under carbon dioxide, nitrogen or air at 3°C. *Int. J. Food Sci. Techn.* **25**, 389-398.

Omojola, A.B., Fagbuaro, S.S., Ayeni A.A, (2009) Cholesterol Content, Physical and Sensory Properties of Pork from Pigs Fed Varying Levels of Dietary Garlic (*Allium sativum*). *World Appl Sci J.* **6** (7): 971-975.

Rousset, S., Renerre, M. (1991) Effect of CO₂ or vacuum packaging on normal and high pH meat shelf-life. *Int. J. Food Sci. Techn.* **26**, 641-652.

Sorheim, O, DH Kropf, MC Hunt, MT Karwoski, i KE Warren. (1996). Effects of modified gas atmosphere packaging on pork loin colour, display life and drip loss. *Meat Sci* 43, 202-212.

Vujković, I., Galić, K., Vereš, M. (2007) Ambalaža za pakiranje namirnica, Tectus, Zagreb.

Pravilnik o proizvodima od mesa (2012) *Narodne novine* **131**, Zagreb (NN, 131/12)

Živković, J. (1986) Higijena i tehnologija mesa II dio. – Kakvoća i prerada, Udžbenici Sveučilište u Zagrebu, Tipografija, Đakovo.